

# PENERAPAN *SIX SIGMA* UNTUK PENINGKATAN KUALITAS PRODUK BIMOLI CLASSIC (Studi Kasus : PT. SALIM IVOMAS PRATAMA – BITUNG)

T.M.A. Ari Samadhi, Prudensy F. Opit, Yudelen M.I. Singal

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Unika De La Salle Manado

[prudensy\\_f@yahoo.com](mailto:prudensy_f@yahoo.com)

## Abstrak

Salah satu metode yang digunakan untuk memberikan solusi peningkatan standar proses internal perusahaan yang bertujuan untuk meminimasi defect atau nonconforming sehingga trend kegagalan produk menurun untuk tiap periodenya adalah metode Six Sigma. Melalui penerapan siklus DMAIC (Define, Measure, Improve, Analyze, and Control) dalam Six Sigma, maka indeks kapabilitas proses (Cp) serta Defect per Million Opportunities (DPMO) dapat diketahui.

Penelitian ini dilakukan pada PT. Salim Invomas Pratama-Bitung, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan minyak goreng dengan menggunakan bahan baku kelapa sawit, dimana salah satu produk yang dihasilkan adalah Bimoli gelon 5 liter (classic). Dari karakteristik kualitas Peroxide Value (PV) yang diukur oleh perusahaan selama satu periode (Februari-Maret 2007), kadar PV dengan batas maksimum 3% sering mengalami penyimpangan. Melalui pengolahan data serta analisis dengan menggunakan siklus DMAIC, didapatkan Cp sebesar 1,11 dengan nilai DPMO sebesar 3,4.

**Kata Kunci :** Pengendalian Kualitas, Six Sigma, DMAIC, DPMO, SOP, Indeks Kapabilitas Proses

## Abstract

One of method used to give solution of corporate internal process standard improvement, whose goal to minimize defect or nonconforming, so trend of product decrease for each period is six sigma method. Through DMAIC cycle (Define, Measure, Improve, Analyze, and Control) on six sigma, The capability Index (CP) and defect per million opportunities (DPMO) will be knew.

This reaserch was be done by PT Salim Invomas Pratama , Bitung, is one of edible oil corporate, one of product is bimoli. From quality characteristic in one period (February-March 2007) . PV content has 3 % as maximum limit. Trough data process and analysis use DMAIC, get 1,11 as CP and 3,4 s DPMO point

**Keywords :** Quality Control, Six Sigma, DMAIC, DPMO, SOP, Indeks Kapabilitas Proses

## PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk menjaga kualitas barang atau jasa agar berada pada tingkat kualitas yang diharapkan.

PT. Salim Ivomas Pratama Bitung merupakan produsen minyak goreng dengan bahan baku kelapa sawit atau disebut juga *Crude Palm Oil* (CPO) yang dipasarkan dalam 3 jenis kemasan, yaitu Delima 1000 ml (*pouch*), Bimoli dalam

jerigen dengan kapasitas 5 liter (*classic*) dan minyak curah dalam jerigen dengan kapasitas 20 kg (*bulk*). Parameter penting yang harus dikontrol untuk menjaga kualitas minyak goreng adalah massa, volume, warna, kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA), *Iodine Value* (IV), *Peroxide value* (PV) dan *Cloud Point* (CP).

Pada unit Filling dimana berlangsung proses pengisian dan pengepakan (*packing*) sering terjadi

penyimpangan (*nonconforming*) pada karakteristik kualitas PV, dimana kadar PV melewati batas maksimum yang diijinkan, yaitu sebesar 3%. PV adalah bilangan peroksida, yang merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak. Nilai PV yang tinggi dapat menyebabkan minyak goreng rusak dan mengakibatkan kerugian untuk perusahaan. Apabila biaya untuk satu kali produksi dengan kapasitas 30 ton adalah sebesar Rp 150.000.000, maka diperlukan metode yang tepat untuk mengurangi *nonconforming* agar kerugian perusahaan dapat ditekan seminimum mungkin

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana menganalisis cara peningkatan kualitas melalui pengendalian PV pada produk Bimoli *classic*.

Adapun tujuan dalam penelitian ini :yaitu

1. Menentukan Indeks Kapabilitas Proses (Cp) dan nilai DPMO untuk produk Bimoli *Classic*.
2. Menganalisis biaya kerugian perusahaan dari segi pemasaran dan produksi untuk produk Bimoli *Classic*.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *nonconforming* PV produk Bimoli *classic*.

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian hanya dilakukan di unit *Filling*.
2. Data yang digunakan dalam pembuatan laporan ini merupakan data historis perusahaan 1 periode ( bulan Februari s/d bulan Maret 2007).
3. Objek penelitian adalah Bimoli *classic*.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Six sigma* adalah suatu *framework* atau sistem yang komperhensif dan fleksibel untuk melakukan proses perbaikan yang berkesinambungan. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan. *Six Sigma* memiliki dua metodologi, yaitu (1) *six sigma* – DMAIC

(*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan (2) *Design For Six Sigma* – DFSS DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*) [2].

Salah satu ciri dari sistem pengendalian kualitas modern adalah bahwa di dalamnya terdapat aktivitas yang berorientasi pada tindakan pencegahan kerusakan, dan bukan berfokus pada upaya untuk mendeteksi kerusakan saja. [3].

## Model Perbaikan Six Sigma

Dalam *Six Sigma* ada siklus 5 fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yaitu proses peningkatan terus menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan pengetahuan dan fakta. DMAIC merupakan suatu proses *closed-loop* yang menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma*.

DMAIC terdiri atas lima tahap utama [7]:

### 1. Define

*Define* merupakan langkah pertama dalam pendekatan *Six Sigma*. Langkah ini mengidentifikasi masalah penting dalam proses yang sedang berlangsung.

### 2. Measure

*Measure* merupakan tindak lanjut dari langkah *Define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya yaitu *Analyze*. Langkah *measure* memiliki dua sasaran utama, yaitu :

1. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkuantifikasi masalah atau peluang.
2. Memulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah. *Milestone* (batu loncatan) pada langkah *measure* adalah mengembangkan ukuran sigma awal untuk proses yang sedang diperbaiki.

### 3. Analyze

Langkah ini mulai masuk kedalam hal-hal detail, meningkatkan pemahaman terhadap proses dan masalah, serta mengidentifikasi akar masalah. Pada langkah ini, pendekatan *Six Sigma* menerapkan *statistical tool* untuk

memvalidasi akar permasalahan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui seberapa baik proses yang berlangsung dan mengidentifikasi akar permasalahan yang mungkin menjadi penyebab timbulnya variasi dalam proses. Untuk mengetahui seberapa baik proses berlangsung, maka perlu adanya suatu nilai atau indeks yaitu Indeks Kemampuan Proses (*Process Capability Index*).

#### 4. Improve

Selama tahap ini, diuraikan ide-ide perbaikan atau solusi-solusi yang mungkin untuk dilaksanakan.

#### 5. Control

Sebagai bagian dari pendekatan *Six Sigma*, perlu adanya pengawasan untuk meyakinkan bahwa hasil-hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian.

### Kapabilitas Proses dan DPMO

Indeks kapabilitas dan indeks kinerja dalam fungsional yang tersebar secara luas diukur berdasarkan tolok ukur umum dari kapabilitas proses atau kinerja dalam relasi kebutuhan spesifikasinya. Tiga indeks kapabilitas untuk kestabilan aktivitas proses dalam distribusi normal dapat dihitung dengan rumus [5]:

$$C_p = \frac{\text{Toleransi Spesifik}}{6 \text{ Standar Deviasi}} = \frac{USL - LSL}{6s}$$

Keterangan :

USL = *Upper Specification limit* (Batas Pengendali Atas)

LSL = *Lower Specification limit* (Batas Pengendali Bawah)

s = *Standard deviation* (standar deviasi)

Pendekatan pengendalian proses *Six Sigma* dari Motorola (*Motorola Company's Six Sigma Process Control*) mengijinkan adanya pergeseran nilai rata – rata (*mean*) dari proses industri sebesar  $\pm 1,5\sigma$ , sehingga akan menghasilkan tingkat ketidaksesuaian sebesar 3,4 per sejuta kesempatan (3,4 DPMO = *Defect Per Million Opportunities*), artinya setiap satu juta kesempatan akan terdapat kemungkinan 3,4 ketidaksesuaian [5].

Konsep ini berbeda dengan “*True 6 – Sigma Process*” yang secara teori statistika dihitung berdasarkan distribusi normal terpusat (*normal distribution centered*) akan menghasilkan tingkat ketidaksesuaian sebesar 0,002 DPMO.

**Tabel 1. Perbedaan Konsep True 6-Sigma Process dan Motorola's 6-Sigma Process**

<i>True 6-Sigma Process(Normal Distribution Centered)</i>		
Spec Limit	Percent	DPMO
± 1 SIGMA	68,27	317300
± 2 SIGMA	95,45	45500
± 3 SIGMA	99,73	2700
± 4 SIGMA	99,9937	63
± 5 SIGMA	99,999943	0,57
± 6 SIGMA	99,999999	0,002
<i>Motorola Company's 6-Sigma Process(Normal Distribution Shifted 1,5σ)</i>		
Spec Limit	Percent	DPMO
± 1 SIGMA	30,23	697700
± 2 SIGMA	69,13	308700
± 3 SIGMA	93,32	66810
± 4 SIGMA	99,379	6210
± 5 SIGMA	99,9767	233
± 6 SIGMA	99,99966	3,4

**Tabel 2. Hubungan antara Indeks Kapabilitas Proses (Cp) dan DPMO (Defect Per Million Opportunities)**

Cp	DPMO
0,33	317500
0,5	133600
0,67	45500
1	2700
1,1	967
1,2	318
1,3	96
1,4	27
1,5	6,8
1,6	1,6
1,67	0,6
1,7	0,34
1,8	0,06
2	0,0018

### Statistik Dalam Pengendalian Kualitas

Untuk beberapa situasi yang laju produksinya lambat, tidak mudah untuk mengambil sampel dengan ukuran lebih besar daripada satu ( $n > 1$ ). Ini sering kali terjadi apabila digunakan teknologi pemeriksaan dan pengukuran otomatis dan setiap unit yang diproduksi diperiksa. Ini juga terjadi apabila proses pengujian bersifat merusak dan biaya sampel yang diuji mahal [1].

Rumus peta kontrolnya adalah:

*Center Line* (CLR) =  $\bar{R}$

*Upper Control Limit* ( $UCL_R$ ) =  $D_4 \bar{R}$

*Lower Control Limit* ( $LCL_R$ ) =  $D_3 \bar{R}$

## METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Tahap *DEFINE*
  - a. Merumuskan masalah
  - b. Menetapkan tujuan
  - c. Mengamati proses produksi
2. Tahap *MEASURE*
  - a. Mengumpulkan data PV *nonconforming*
  - b. Menganalisis data PV *nonconforming*
3. Tahap *ANALYZE*
  - a. Memilih dan membuat peta kontrol
  - b. Menghitung kapabilitas proses
  - c. Mencari nilai DPMO
4. Tahap *IMPROVE*
  - a. Mengidentifikasi penyebab *nonconforming*
  - b. Membuat diagram sebab akibat
  - c. Memberikan usulan perbaikan
5. Tahap *CONTROL*  
Membuat SOP

## HASIL PENELITIAN

### Tahap Define

Standar yang ditetapkan perusahaan untuk minyak goreng kemasan jerigen 5 liter (*classic*) seperti ditabel dibawah ini

**Tabel 3. Standar untuk Produk Classic**

Jenis spesifikasi	standar
Penyimpangan berat (%)	Min -0,5 – Max 0,5
Red Color	Max 2,5
Free Fatty Acid (FFA)	Max 0,075

*Iodine Value* (IV) Max 59,0

*Cloud Point* (CP) Max 8,0

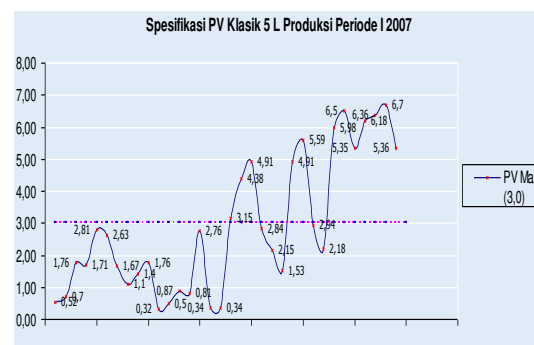
*Peroxide Value* (PV) Max 3,0

### Tahap Measure

Tabel 4 adalah data hasil pemeriksaan PV selama bulan Februari-Maret 2007:

**Tabel 4. Data *Peroxide Value* (PV) selama periode bulan Februari – Maret 2007**

No. Sampel	PV
1	0,52
2	0,70
3	1,76
4	1,71
5	2,81
6	2,63
7	1,67
8	1,10
9	1,40
10	1,76
11	0,32
12	0,50
No. Sampel	PV
14	0,81
15	2,76
16	0,34
17	0,34
18	3,15
19	4,38
20	4,91
21	2,84
22	2,15
23	1,53

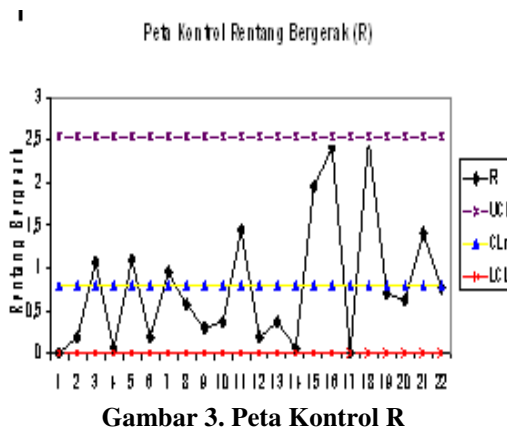


**Gambar 2. Grafik PV**

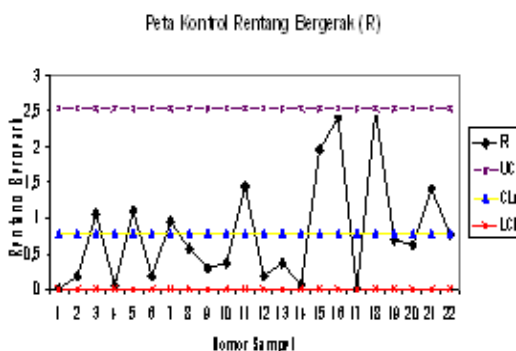
### Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data menggunakan peta kontrol

R dan X (karena data yang ada merupakan data variabel dengan ukuran sampel yang berbeda-beda), juga dilakukan perhitungan indeks kapabilitas proses ( $C_p$ ) untuk mengetahui nilai DPMO dan nilai sigma. Grafik pengendalinya adalah:



Gambar 3. Peta Kontrol R



Gambar 4. Peta Kontrol X

CLR = 0,78  
CLX = 1,529  
UCLR = 2,548  
UCLX = 3,604  
LCLR = 0  
LCLX = -0,545

#### Menghitung Kapabilitas Proses

$$C_p = \frac{3,604 - 0,545}{6 (0,624)} = 1.11$$

Berdasarkan kriteria kapabilitas proses ( $C_p$ ) dalam metode analisis untuk peningkatan kualitas (Gaspersz, 2001) dan hasil perhitungan  $C_p$  adalah 1,11. Maka konsep yang digunakan yaitu *True 6-Sigma Process*, karena untuk konsep *Motorola Company's 6-Sigma Process Control* yang mengijinkan adanya

pergeseran rata – rata proses sebesar  $\pm 1,5$  sigma, diperlukan indeks kapabilitas proses yang tinggi yaitu  $C_p \geq 2$  agar pengendalian proses dengan menggunakan konsep *Motorola Company's 6-Sigma* menjadi efektif.

Nilai  $C_p = 1,11$  menunjukkan kemampuan proses dalam *DPMO (Defect Per Million Opportunities)* sebesar 967. Maka, nilai konversi DPMO ke nilai *Sigma* berdasarkan *True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)* adalah 3,30 sigma.

**Artinya :** bahwa dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat 967 kemungkinan bahwa proses akan menimbulkan *defect* atau *nonconforming* pada produk dengan kapabilitas proses 1,11 atau 3,30 sigma setelah dikonversi berdasarkan nilai DPMO.

#### Analisis Biaya

Apabila terdapat produk dengan PV diluar standar (Maksimum 3%), maka alternatif yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah:

1. Mengkategorikan produk yang PV-nya diluar standar sebagai produk *bulk*, dengan konsekuensi harga jual yang lebih murah.
2. Me-rework produk yang PV-nya diluar standar.

Berdasarkan kedua alternative tersebut, maka dapat dilakukan analisis untuk menghitung kerugian yang dialami perusahaan.

#### Analisis Biaya Pemasaran

Tabel 5. Harga Pasaran

Jenis Produk	Harga di pasaran	Harga per kg
<i>Classic 5</i>		
Liter	Rp 50.000	Rp 11.100
Bulk 20 kg	Rp 150.000	Rp 7.500

Kerugian pada perusahaan dapat terjadi apabila PV menyimpang dari standar yang digunakan perusahaan, yaitu maksimum 3%. Apabila terjadi penyimpangan pada PV, maka kualitas minyak akan menurun dan dikategorikan sebagai *olein* untuk *bulk*. Bulk adalah

minyak dengan kualitas rendah yang standar PV-nya maksimum 10%.

Jadi, berdasarkan harga per kg untuk kedua produk dapat hitung dengan cara:

Harga selisih =

Harga *Classic* – Harga *Bulk*

= Rp 11.100 – Rp 7.500 = Rp 3.600/kg.

Jika kapasitas untuk tangki kerja memiliki kapasitas 30 ton, jadi dapat ketahu kerugian perusahaan adalah:

Rp 3600 x 30 ton (30000 kg) = Rp 108.000.000;

### Analisis Biaya Rework

*Olein* yang PV-nya tidak memenuhi standar akan di-*rework* kembali atau diolah ulang ke unit *fraksinasi* dan biayanya yang diperlukan yaitu Rp 5000/ton. Dengan kapasitas tangki 30 ton, maka biaya untuk proses pengolahan ulang, yaitu :

Rp 5.000/ton x 30 ton (kapasitas tangki) = Rp 150.000.000

Jadi kerugian perusahaan bila melakukan proses pengolahan ulang adalah Rp 150.000.000;

Jadi, tindakan perusahaan sudah benar, yaitu tidak me-*rework* produk diluar standar melainkan memasarkannya sebagai produk *bulk*

### Tahap Improve

Penyebab terjadinya penyimpangan pada PV ditunjukkan pada lampiran

### Tahap Control

Tahap kontrol dapat dilakukan melalui pengawasan proses dengan menggunakan *Standard Operation Procedure* (SOP) sebagai berikut:

### Ruang Lingkup

Pengujian PV berlaku untuk Crude Oil dan RBD Oil

#### 1. Definisi

Peroksida merupakan hasil dari oksidasi tingkat pertama dan Peroxide Value menentukan nilai miliequivalen peroksida per 1.000 g contoh melalui oksidasi KI dibawa kondisi tes.

#### 2. Tanggung Jawab

Analisis dibawah pengawasan Chief Analyst

### 3. Operasi

#### 4.1. Peralatan

- Neraca Analitik
- Pipet 5 ml dan 1 ml
- Erlenmeyer 250 ml
- Buret 5 ml
- Labu Takar
- Spatula

#### 4.2 Pereaksi

- Larutan Acetic Acid : Chloroform (3 : 2)
- Larutan Indikator Amilum (Kanji) 1%
- Larutan KI Jenuh
- Larutan Standard Natrium Thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0.01 N
- Timbang  $\pm 2,49$  g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  padat
- Larutkan dalam aquades sampai volume 1 liter.
- Kocok sampai homogen
- Standarisasi dengan Kalium Bikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )
- Cara Standarisasi :
  - Timbang 0,016 – 0.022 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang sebelumnya telah dikeringkan dalam oven pada suhu  $120^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Masukkan dalam Erlenmeyer 250 ml.
  - Tambahkan 25 ml aquades
  - Tambahkan 5 ml HCl pekat
  - Tambahkan 10 ml larutan KI 15%
  - Kocok dan biarkan  $\pm 5$  menit.
  - Titrasi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang dicari normalitasnya sampai warna hijau kehitaman.
  - Tambahkan 2 ml indikator amilum.
  - Lanjutkan titrasi sampai warna berubah menjadi hijau.
  - Catat pemakaian larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (ml titrasi).

Perhitungan :

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 6 \times 1000}{\text{vol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 294,19}$$

ket.

294,19 = BM  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

6 = valensi  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

#### 4.3 Cara Kerja

- Sampel harus dalam keadaan cair dan homogen

- Timbang 5 gram ( $\pm 0.5$ ) minyak kedalam erlenmeyer
- Tambahkan 25 ml Asam Asetat-Chloroform (3 : 2)
- Tambahkan 0.5 ml KI jenuh, ditutup karet dan digoyang pelan-pelan kira-kira 2 putaran dan diamkan selama 1 menit
- Tambahkan 50 ml aquades dan indikator amilum  $\pm 3$  ml
- Titrasi perlahan-lahan dengan larutan thiosulfat yang sudah diketahui
- normalitasnya sambil dikocok kuat
- Titrasi dilakukan sampai warna biru dari larutan tepat hilang

Perhitungan:

$$(S - B) \times N \times 1000$$

$$PV = \frac{\text{-----}}{G}$$

G

PV = Peroxide Value

S = Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hasil titrasi sampel minyak

B = Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hasil titrasi Blanko

N = Normalitas Natrium Thiosulfat

G = Berat Sampel

### 5. Tindakan Korektif

Apabila terjadi kejanggalan analisis atau pengujian dapat dilakukan :

- Analisis ulang terhadap sampel yang sama
- Analisis ulang terhadap sampel baru dengan kode produksi yang sama
- Analisis ulang terhadap pereaksi yang digunakan
- Periksa kembali instruksi yang dipakai
- Hubungi atasan untuk penjelasan lebih lanjut

### KESIMPULAN DAN SARAN

Proses produksi *classic* menghasilkan Indeks Kapabilitas Proses (Cp) sebesar 1,11 dengan nilai DPMO sebesar 967 dan nilai sigma 3,50 (rata-rata industri di Indonesia).

Faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan PV pada produk Bimoli Classic adalah:

- a. Minyak (*olein*) terlalu lama berada di dalam tangki penyimpanan. Jika suhu di dalam tangki sangat tinggi, maka minyak akan semakin banyak mengikat

peroksida sehingga menyebabkan minyak menjadi bau dan kualitas minyak menurun atau membuat minyak cepat rusak.

- b. *Setting* awal pada mesin yang tidak tepat.
- c. Faktor manusia, seperti ketidaktepatan dalam pemeriksaan sampel, kurangnya pengawasan, dan kelelahan.

Berdasarkan analisis biaya yang dilakukan dari segi pemasaran (dalam analisis ini produk dikategorikan sebagai *bulk*), perusahaan mengalami kerugian sebesar Rp 108.000.000. Sedangkan jika perusahaan mengambil tindakannya tidak sesuai standar, maka perusahaan akan mengalami kerugian sebesar Rp150.000.000. Jadi tindakan perusahaan saat ini sudah sangat tepat, yaitu menjual *olein* yang PV-nya tidak sesuai standar sebagai *bulk*.

Untuk mendapatkan PV yang sesuai standar, hendaknya perusahaan menjalankan proses produksi serta inspeksi dengan lebih baik. Agar proses terkendali, sebaiknya perusahaan mempertahankan PV pada nilai -0,545 s/d 3,604.

Penyimpanan *Olein* didalam tangki penyimpanan sebaiknya tidak terlalu lama agar tidak menyebabkan kadar PV naik. Lamanya penyimpanan yang ideal yaitu 4 hari dengan suhu 35 – 50 °C. Jika suhunya lebih tinggi, maka waktu penyimpanan *olein* tidak boleh lebih lama dari 4 hari.

Perlu diperhatikan juga apakah *setting* untuk pengolahan sudah tepat serta melakukan inspeksi setiap empat jam. Hal ini dilakukan untuk mencegah standar PV keluar dari batas maksimum yang diijinkan.

Pada penelitian selanjutnya, diharapkan agar penelitian juga dilakukan pada unit lainnya, seperti unit *Refinery*.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Ariyani Dorotea, (2003), *Pengendalian Kualitas Statistik*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
2. Gaspersz Vincent, (2001), *Metode Analisa Untuk Pengendalian Kualitas Statistik*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
3. Gaspersz Vincent, (2001), *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*,

- Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Gaspersz Vincent, (2007), *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
  5. Hidayat Anang, (2006), *Peta Pengembangan Kualitas dan Kinerja Bisnis*, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
  6. Montgomery, Douglas C., (1993), *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
  7. Supriyanto Harry, (2004), *Proses Pembuatan Tow dengan Pendekatan Six Sigma*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Vol.VIII, Oktober 2004, hal:317-326.



## LAMPIRAN

Gambar Diagram Ishikawa Penyimpangan PV

